

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroenergetiky

Dálkové řízení a přenos informací v povrchovém lomu
Remote Control and Telecommunications in the Surface Quarry

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroenergetiky

Zadání bakalářské práce

Student: **Tomáš Kadeřábek**
Studijní program: B2649 Elektrotechnika
Studijní obor: 3907R001 Elektroenergetika
Téma: **Dálkové řízení a přenos informací v povrchovém lomu**
Remote Control and Telecommunications in the Surface Quarry

Zásady pro vypracování:

1. Úvod do dálkového řízení a přenosu informací.
2. Přehled přenosových systémů řízení používaných na Dolech Bílina od roku 1990 po současnost.
3. Volba vhodného přenosového systému pro konkrétní aplikaci.
4. Vyhledávání poruch přenosového systému.

Seznam doporučené odborné literatury:


1. Boháč, L.: Optické komunikační systémy. ČVUT Praha, 2010, ISBN: 978-80-01-04484-1.
2. Filka, M.: Optoelektronika pro telekomunikace a informatiku. Brno, 2009, ISBN: 978-80-86785-14-1.
3. Vodrážka, J.: Přenosové systémy : síť a zařízení SDH a jejich návrh. ČVUT Praha, 2009, ISBN: 978-80-01-04217-5.
4. Škop, M.: Telekomunikační přenosová technika. ČVUT Praha, 1991, ISBN: 80-01-00733-2.
5. Svoboda, J.: Telekomunikační technika, díl 1. Vydavatelství Hüthing & Beneš, Praha, 2000, ISBN: 80-901936-3-3
6. Svoboda, J.: Telekomunikační technika, díl 2. Vydavatelství Hüthing & Beneš, Praha, 2000, ISBN: 80-901936-4-1.
7. Svoboda, J.: Telekomunikační technika, díl 3. Vydavatelství Hüthing & Beneš, Praha, 2000, ISBN: 80-901936-7-6.
8. Příslušné normy ČSN, manuály, internetové zdroje

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Petr Moldřík, Ph.D.**

Datum zadání: 30.11.2011

Datum odevzdání: 04.05.2012


prof. Ing. Stanislav Rusek, CSc.
vedoucí katedry





prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení

„Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.“

V Bílině dne 3.5.2012



Tomáš Kadeřábek

Poděkování

Touto cestou bych rád poděkoval panu Ing. Moldříkovi Ph.D. za odborný dohled, cenné připomínky, ochotu a čas, který mi věnoval při tvorbě této bakalářské práce.

Abstrakt

Tato práce se zabývá popisem vývoje způsobu přenášení technologických povelů a informací v průběhu doby, během které jsem měl možnost se podílet na odstraňování poruch, návrhu řešení pro lepší spolehlivost a spolupráci s dodavatelskými firmami při návrhu a oživení nových přenosových systémů. Jsou zde popsány vlastnosti jednotlivých systémů, zkušenosti při odstraňování jejich závad a faktory ovlivňující použití technicky i ekonomicky vhodných variant přenosového systému.

Klíčová slova

přenos informací, ethernet, profibus, profinet

Abstract

The work deals with the description of the development of ways of delegating the technological orders and information during the time I had the opportunity to participate on eliminating of failures, on proposing of solution for higher reliability and on co-operation with the suppliers regarding the suggestions and recovery of transmission systems. In the work there are described the characteristics of constituent system, experience with the elimination of its failure and factors which impact the usage of technically and economically appropriate variants of transmission systems.

Keywords

telecommunications, ethernet, profibus, profinet

Seznam použitých zkratk

CCITT	Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique, dnes ITU - International Telecommunication Union (Mezinárodní telekomunikační unie)
DB	Doly Bílina
GPS	Global Positioning System
HW	Hardware
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers (Institut pro elektrotechnické a elektronické inženýrství)
IRT	Isochronous Real-Time
ISO	Mezinárodní organizace pro normalizaci
IT	Informační technologie
LAN	Local Area Network (místní síť)
LED	Light-Emitting Diode (svítivá dioda)
LJ	Lom Jih
OSI	Open Systems Interconnection (propojení otevřených systémů)
PCMCIA	Personal Computer Memory Cards International Association
PD	Pasový dopravník
PLC	Programmable Logic Controller (programovatelný logický automat)
PS	Poháněcí stanice
PVZ	Pasový vůz zakládací
RT	Real-Time
SHDSL	Symmetric High-speed Digital Subscriber Line
SNMP	Simple Network Management Protocol
STC	Stanoviště technologického celku
TCP/IP	Transmission Control Protocol / Internet Protocol
TTL	Tranzistorově-tranzistorová logika
USB	Universal Serial Bus
ÚUL	Úpravna uhlí Ledvice

Obsah

Úvod	1
1. Základní možnosti dálkového řízení a přenosu informací	2
2. Přehled přenosových systémů řízení používaných na Dolech Bílina od roku 1990 po současnost	4
2.1 Diamo T.....	4
2.2 Malodrát	5
2.3 HDLC	6
2.4 PROFIBUS.....	7
2.4.1 Využití sběrnice Profibus na Dolech Bílina	7
2.4.2 Historie sítě PROFIBUS	8
2.4.3 Architektura protokolu Profibus.....	9
2.4.4 Přenosové vrstvy sběrnice Profibus	10
2.4.4.1 Fyzická vrstva.....	10
2.4.4.2 Linková vrstva	12
2.4.5 Profibus DP	13
2.4.5.1 Diagnostické funkce	13
2.4.5.2 Konfigurace systému a typy zařízení	14
2.4.5.3 Implementace Profibus DP	15
2.5 Ethernet.....	15
2.5.1 Ethernet na Dolech Bílina	15
2.5.2 Historie ethernetu	18
2.5.3 Architektura ethernetu a Profinetu.....	18
3. Volba vhodného přenosového systému pro konkrétní aplikaci.....	22
3.1 Přenosový systém ovládání uhelného odtahu	22
4. Vyhledávání poruch přenosového systému	25
4.1 PROFIBUS.....	25
4.2 ETHERNET	26
Závěr	29
Seznam použité literatury	30
Seznam obrázků	31
Seznam tabulek	31
Přílohy.....	32

Úvod

Cílem této práce je popsat problematiku a vývoj přenášení technologických povelů a informací na povrchových dolech v Bílině.

Jsou zde stručně uvedeny zastaralé systémy, které se již prakticky nepoužívají, nebo se ještě používají pro jejich jednoduchost, až po detailněji popsané sofistikované systémy současnosti. Důležité jsou především faktory ovlivňující spolehlivost a ekonomičnost navržené kombinace prostředků zajišťující dálkový přenos povelů a informací. Je třeba také zvážit, jaké jsou možnosti diagnostiky při vyhledávání a odstraňování závad. V dnešní době jsou pro tyto účely k dispozici jak hardwarové, tak i softwarové nástroje.

V současnosti na Dolech Bílina značně převládá technologie přenosů Ethernet ve verzi PERNET, nebo PROFINET a pouze na některých lokálních aplikacích je použit PROFIBUS DP, nebo PROFIBUS FMS.

1. Základní možnosti dálkového řízení a přenosu informací

Návrh přenosového systému nemusí mít vždy jednoznačně jediné řešení. Je třeba zvážit mnoho faktorů ovlivňujících spolehlivost, cenu a snadnou údržbu systému. V dnešní době existuje mnoho kvalitních průmyslových protokolů a rozhraní, ale z hlediska unifikace typů zařízení jsou na Dolech Bílina používány prakticky jen dva výrobci, a to německý SIEMENS a český ZAT. Obě firmy podporují protokol PROFIBUS, ale na rozhraní ethernet používá SIEMENS protokol PROFINET a ZAT protokol PERNET. Vzhledem k tomu, že ZAT je jediný systémový integrátor svého zařízení a není možné si při případných problémech vybrat jiného, je v nových projektech preferován SIEMENS.

Níže jsou uvedena kritéria, podle kterých se lze orientovat při výběru způsobu přenosu.

Základní vlastnosti přenosových médií (pro rychlost řádově od jednotek Mbit):

Metalický kabel

- | | | |
|---------|---|---|
| Kladné | - | Relativně snadné provedení spojky kabelu |
| | - | Základní diagnostika pomocí levných přístrojů (multimetr) |
| | - | Lze tvarovat do malých poloměrů ohybu kabelu |
| Záporné | - | Nízká odolnost vůči indukovaným atmosférickým výbojům |
| | - | Nízká odolnost vůči rušení a indukovaným přeslechům uvnitř kabelu |
| | - | Omezená životnost při četných ohybech |
| | - | Přenosová rychlost je omezena délkou vedení |

Optický kabel

- | | | |
|---------|---|---|
| Kladné | - | Vysoká přenosová rychlost |
| | - | Odolnost vůči indukovaným atmosférickým výbojům |
| | - | Odolnost vůči rušení |
| | - | Dlouhé přenosové vzdálenosti |
| Záporné | - | Složité a drahé provedení spojky |
| | - | Vysoká cena základních diagnostických přístrojů |
| | - | Náchylnost na zlomení při malém poloměru ohybu vlákna |

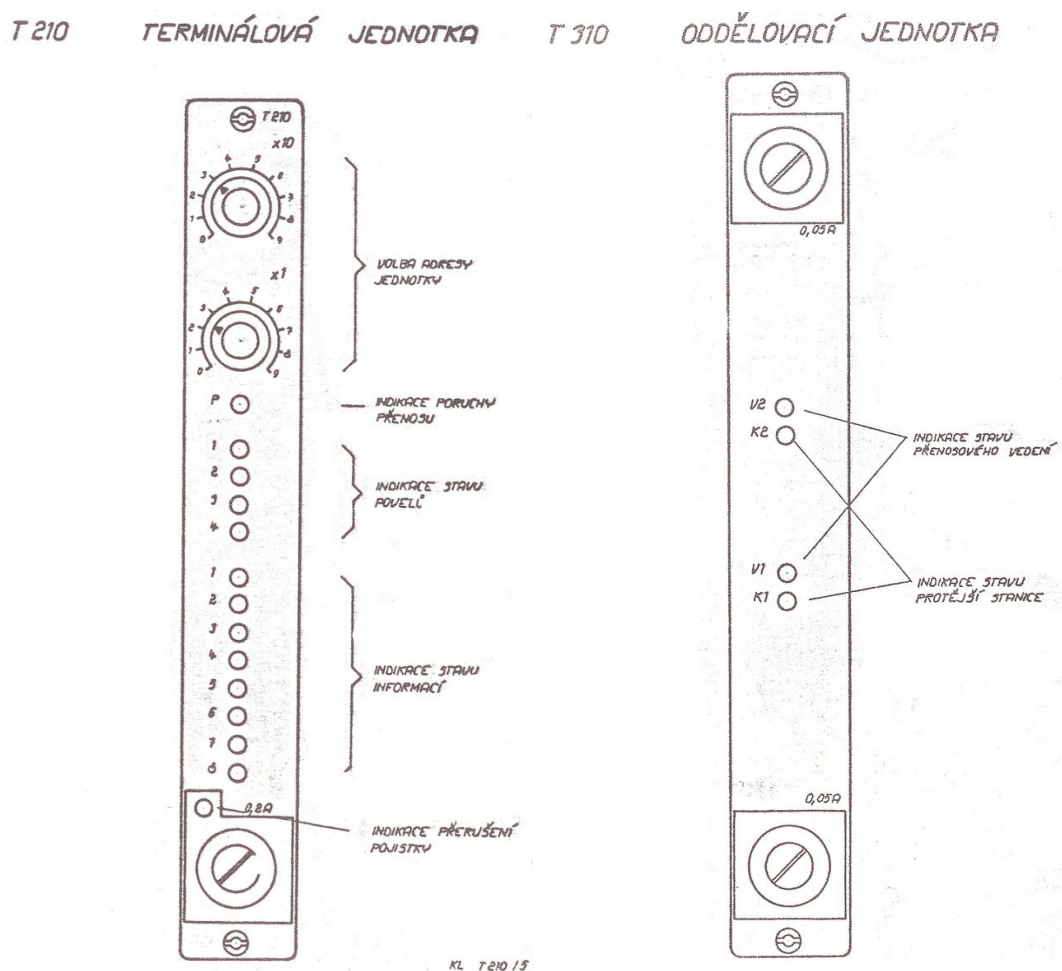
Bezdrátový přenos

Kladné	-	Vhodné na zařízení s častou změnou umístění
	-	Nízké, nebo žádné poplatky za přenosové médium
Záporné	-	Potřeba přímé viditelnosti
	-	Nespolehlivost způsobená rušením od jiných vysílačů
	-	Nespolehlivost při změně polohy zařízení mimo oblast vyzařovacího úhlu AP
	-	Zvýšené bezpečnostní riziko napadení sítě

2. Přehled přenosových systémů řízení používaných na Dolech Bílina od roku 1990 po současnost

2.1 Diamo T

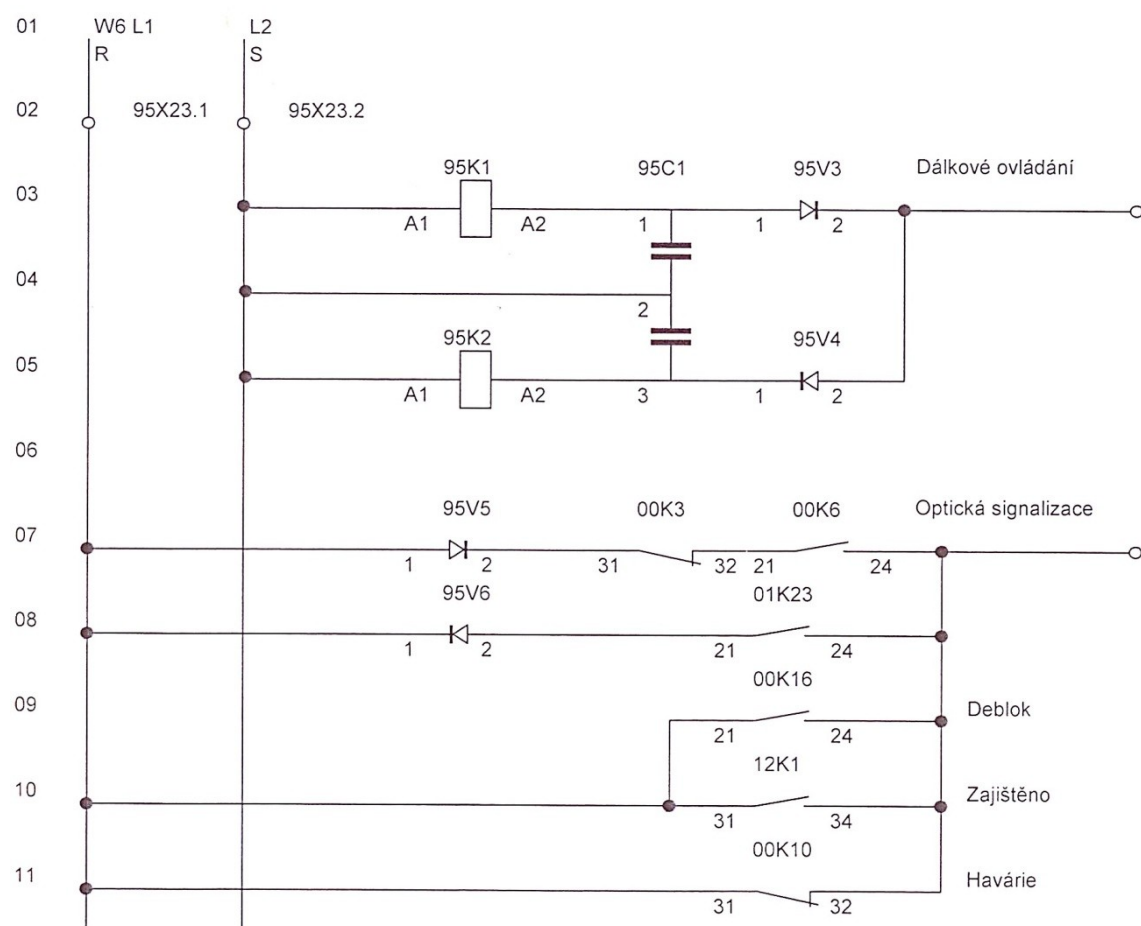
Systém používaný do roku 1996. Byl složený z terminálových jednotek T210 v řídicí stanici (velíně) a T220 na podružných stanicích (poháněcí stanici). Volba adresy se prováděla ručně, na čelním panelu jednotky T210 a T220 pomocí otočných přepínačů. Pro vzájemnou komunikaci museli mít shodně spárované adresy v rozsahu 0-99. Jednotka T220 měla 8 binárních vstupů a 4 výstupy, jejichž stavy byly signalizovány pomocí LED na čelním panelu. Rozšíření vstupů či výstupů bylo možné provést použitím více adres a jednotek T220. Vlastní přenos dat byl přes oddělovací jednotky T310, které měli vestavěnou přepěťovou ochranu. Jako přenosový signál sloužila proudová smyčka 0/20mA ss. Výměna dat mezi T310 a T210, resp. T220 byla na TTL úrovni. Tento systém byl napájen samostatným kabelem z velína, čímž byla zajištěna komunikace vzdálenějších stanic i při výpadku napájení na předchozí poháněcí stanici.



Obrázek 2.1: Čelní panel komunikačních jednotek DIAMO T

2.2 Malodráť

Nejstarší systém, který je pro jeho jednoduchost používán dodnes. Jeho princip spočívá v řízení pomocí 110Vst různé polaridy určené pomocí diod. Umožňuje po jednom páru vodičů přenášet čtyři stavy a při použití kmitavých signálů minimálně sedm. Používalo se zde zapojení na principu trvalého, nebo impulzního ovládání. Impulzní ovládání umožňovalo po jednom vodiči přenášet povely oběma směry na poloduplexním principu. V kombinaci kmitavými signály byl systém schopen přenášet poměrně dost informací. Vzhledem k větší náročnosti nastavení kmitačů a potřebě používat trvalé signály se dnes používá jen princip trvalých signálů.



Obrázek 2.2: Liniové zapojení malodráty na poháněcí stanici

Příklad využití malodráťových signálů (dva vodiče označené C a D):

- C+ Povel k zapnutí akustické signalizace před spuštěním dopravníku.
- C- Povel k provedení tzv. přípravy dopravníku (napnutí pasu, kontrolu zařízení).
- C+/- Povel ke spuštění dopravníku.

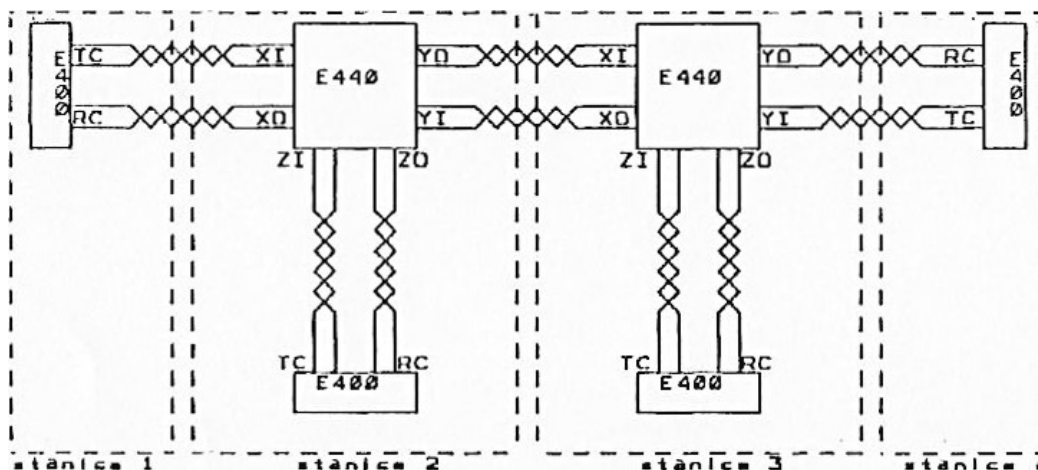
- D+ Informace o provedené přípravě.
- D- Informace o chodu dopravníku.
- D+/- Informace o havarijní poruše, nebo přepnutí do místního ovládání.

2.3 HDLC

Systém používaný v letech 1995 – 2007. Data byla přenášena telefonním kanálem v rozsahu hovorových frekvencí dle doporučení CCITT V.23. Modem byl od českého výrobce ZAT a.s. s typovým označením E400. Komunikační rozhraní s PLC bylo RS232. Na jednu liniovou sběrnici datového vedení bylo možné připojit až 16 stanic. U stanic s průběžným vedením bylo nutné použít desku rozbočovače – slučovače s typovým označením E440. Ta umožňovala přenášený signál zesílit a nastavit požadované výstupní i vstupní úrovně. Při výpadku napájení dojde k propojení vstupu s výstupem, tudíž bude zachována komunikace s následujícími stanicemi. Při změně délky, nebo kvality vedení bylo nutné seřídit útlumy na celé přenosové lince. Rychlost komunikace byla 9600 bit/s.



Obrázek 2.3: Deska rozbočovače – slučovače E440 a deska modemu E400



Obrázek 2.4: Schéma zapojení HDLC komunikace

2.4 PROFIBUS

2.4.1 Využití sběrnice Profibus na Dolech Bílina

System používaný k dálkovému řízení v letech 1998 – 2009, lokálně na velkостrojích je používán dodnes. Pomocí verze PROFIBUS FMS spolu komunikují PLC a vizualizační SCADA systémy, verze PROFIBUS DP je využívána pro komunikaci PLC s pohony, snímači a decentralizovanými vstupy a výstupy. Využívá komunikační rozhraní RS485, které dokáže komunikovat po krouceném, stíněném páru do vzdálenosti 1,2 km při rychlosti 93,75 kbit/s, ale vzdálenost mezi poháněcími stanicemi na DB je mnohdy delší. Aby bylo možné využít používané kabely MP104 (deset kroucených svazků se čtyřmi vodiči), tak se osvědčil FSK modem SICLIMAT od firmy SIEMENS, který komunikoval rychlostí 19200 bit/s po kabelu MP104 do vzdálenosti cca 7km. Tuto délku bylo možno zvětšit použitím dalšího modemu jako opakovače.

Nevýhoda paralelního zapojení modemů byla v tom, že pokud se na nějakém úseku zhoršila kvalita vedení, tak se porucha komunikace začala objevovat i o několik úseků dál. Při výpadku napájení stanice je komunikace s ostatními funkční.

Na lokálních sítích je díky odolnosti proti rušení většinou používáno optické vedení s optickými převodníky SIEMENS OLM S4, nebo novějšími OLM G12, které mají vyvedeny měřicí napěťové svorky pro kontrolu intenzity přijímaného optického signálu. U těchto převodníků je často využita možnost zapojení do kruhu, což lépe zaručuje bezporuchovost provozu. Paralelně s optickými kabely jsou většinou nataženy redundantní metalické kabely v provedení krouceného, stíněného páru doporučeného výrobcem.



Obrázek 2.5: Komunikační převodníky používané na DB
(zleva: SIEMENS FSK Modem, SIEMENS OLM S4, SIEMENS OLM G12)

2.4.2 Historie sítě PROFIBUS

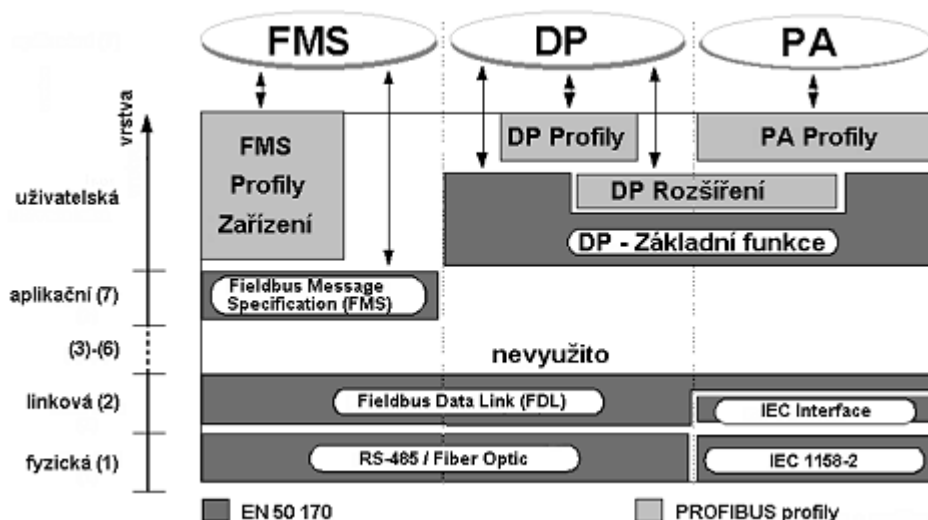
Průmyslová komunikační síť Profibus (PROces Field BUS) představuje v současné době jeden z velmi rozšířených komunikačních standardů v oblasti průmyslové automatizace. Je postavena na základech otevřeného komunikačního modelu ISO/OSI a je určena pro všechny oblasti automatizace, jako např. pro automatizaci výrobních linek (výroba automobilů, plnicí linky, skladové systémy), pro domovní automatizaci (klimatizace, vytápění), pro procesní automatizaci (chemický a petrochemický průmysl, papírenský, čistírky odpadních vod) a pro řízení výroby a distribuce energie.

Historie doposud snad nejúspěšnější sběrnice pro průmyslové použití začala ve skutečnosti v roce 1987, kdy firmy Bosch, Klöckner & Möller, Siemens a část univerzit předložili projekt Profibus německé vládě. Jako koncept pro automatizaci jak diskrétních, tak spojitých výrob podpořily projekt i členské organizace ústřední asociace německého elektrotechnického průmyslu (Zentralverband Elektrotechnik und Elektronikindustrie - ZVEI). Samotné sdružení zájemců o sběrnici (Profibus Nutzerorganisation) bylo založeno v listopadu 1989 a od té doby se rozrostlo v největší sdružení (Profibus International) v oblasti průmyslových sběrnic.

Cílem tohoto projektu bylo vytvořit architekturu komunikačního systému, který by na jedné straně respektoval potřebu připojit na sběrnici malá zařízení a současně vytvořil otevřené rozhraní pro komunikaci různých automatizačních zařízení (programovatelné automaty, operátorské panely, snímače, akční členy atd.). Norma Profibus je nezávislá na výrobci a její otevřenost je garantována normou EN 50170.

2.4.3 Architektura protokolu Profibus

Norma Profibus vychází z modelu ISO/OSI. Z důvodu časové optimalizace definuje z tohoto modelu pouze vrstvy fyzickou, linkovou a aplikační (viz Obr. 1).



Obrázek 2.6: Model komunikačních vrstev sítě Profibus

Fyzická vrstva definuje fyzické spojení mezi zařízeními a současně je v této vrstvě definována topologie sítě. Profibus podporuje přenos po sběrnici RS-485 (Profibus DP/FMS), po optickém vláknu (Profibus DP/FMS) a ve výbušném prostředí po proudové smyčce IEC 1158-2 (Profibus PA). Linková vrstva (Fieldbus Data Link) definuje mechanismus přístupu účastníka na přenosové médium (token passing, master-slave) a zabezpečuje tvorbu zprávy na úrovni bitového řetězce včetně generování kontrolních částí. Aplikační vrstva, která je nejvyšší vrstvou v referenčním modelu ISO/OSI, poskytuje jednotlivé služby nezbytné pro realizaci komunikace z hlediska uživatele.

V současné době existují tři varianty komunikačního standardu Profibus:

Profibus DP (Decentralized Periphery)- jedná se o nejjednodušší a nejrozšířenější variantu Profibusu, určený pro rychlou komunikaci typu master-slave. Je vhodný zejména pro rychlý přenos signálů z procesu pomocí decentralizovaných periférií a odloučených I/O jednotek. Komunikačním médiem je buď kroucená dvojlinka (standard RS-485), nebo optické vlákno při rychlosti až 12 Mbitů/s.

Profibus FMS (Fieldbus Message Specification) - nabízí komunikační standard pro komunikaci v heterogenním prostředí a s velkou množinou služeb pro práci s daty, programy a alarmy. Komunikačním médiem je podobně jako u varianty Profibus DP buď kroucená dvojlinka (standard RS-485), nebo optické vlákno. Rychlost odezvy je oproti Profibusu DP nižší.

Profibus PA (Process Automation) - používá rozšířenou normu Profibus DP a je určen pro řízení pomalých procesů zvláště ve výbušném prostředí, neboť odpovídá jiskrové bezpečnosti. Aby bylo možné síť využívat v tomto prostředí, je použita i speciální fyzická vrstva - proudová smyčka podle standardu IEC 1158-2. komunikující stálou rychlostí 31,25 kbit/s.

2.4.4 Přenosové vrstvy sběrnice Profibus

2.4.4.1 Fyzická vrstva

Fyzická vrstva komunikačního systému nezřídka předurčuje oblast použití dané komunikační sítě. Záleží např. na bezpečnosti přenosu, přenosové rychlosti, maximální rozlehlosti sítě či na možnosti napájení zařízení prostřednictvím komunikačního kabelu atd.

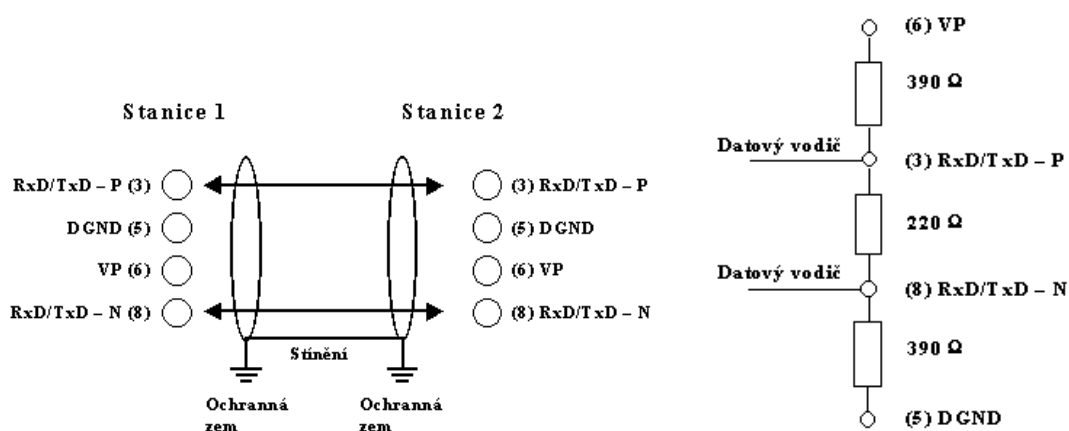
Standard Profibus nabízí následující tři varianty fyzické vrstvy:

- rozhraní RS-485 pro Profibus DP a Profibus FMS
- proudová smyčka podle IEC 1158-2 pro Profibus PA
- optické vlákno (FO - Fiber Optic)

Přenos pomocí rozhraní RS 485

Nejčastěji se používá metalického vedení, které vychází z rozdílové napěťové sběrnice podle standardu RS 485 (někdy též pod označením H2).

Jako fyzického média je použito stíněné kroucené dvojlinky, jejíž velikost impedance se pohybuje od 135 do 165 Ω . Každý segment sběrnice musí být na obou svých koncích ukončen aktivním terminátorem, který obsahuje mimo přizpůsobovacího odporu konce vedení R_t (220 Ω) ještě odpory R_d a R_u (390 Ω), pomocí nichž je definován stav vedení v době, kdy žádné zařízení nevysílá. Pro zajištění správné funkce musí být oba terminátory napájeny.



Obrázek 2.7: Zapojení rozhraní RS 485 na síti Profibus a provedení jeho zakončení

U této varianty se používá kódování typu NRZ (Non Return to Zero). Pro přenos znaku je použito 11 bitové kódování znaků typu UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) s jedním start bitem, jedním stop bitem, 8 informačními bity a jedním paritním bitem (sudá parita) dle normy DIN 19244.

Celkem lze zapojit 32 stanic v jednom segmentu, celkem však 127 stanic dohromady. Maximální délka sítě Profibus se pohybuje od 100 m (při přenosové rychlosti 12 Mbit/s) až do 1200 m (při přenosové rychlosti 9,6 Kbit/s) v závislosti na volbě přenosové rychlosti. Díky opakovačům lze tuto délku prodloužit až na 10 km.

Tabulka 2.1: Přenosová rychlost sítě Profibus v závislosti na délce sběrnice

Přenosová rychlost [Kbit/s]	9,6	19,2	93,75	187,5	500	1500	3000 - 12000
Délka segmentu [m]	1200	1200	1200	1000	400	200	100

Jedním vysílačem lze na sběrnici RS 485 budit až 32 účastníků sítě Profibus (aktivních, pasivních nebo opakovačů). Pro potřebu připojení více účastníků než je 32 stanic povolených standardem RS 485 či pro zvětšení rozlehlosti sítě při zachování přenosové rychlosti, se používá opakovače (repeater), který propojuje segmenty mezi sebou. Celkově však nesmí být překročen maximální počet účastníků připojených k jedné síti daný adresovacími možnostmi standardu Profibus, tj. 127 účastníků (aktivních nebo pasivních).

Tabulka 2.2: Zapojení signálů na konektoru D-sub pro Profibus (* nepovinné piny)

Pin	Označení	Funkce
1 *	Stínění	Stínění
2 *	M24	Zemnicí signál od napájení +24 V
3	RxD/TxD - P (B-line)	Kladný signál pro příjem a vysílání dat
4 *	CNTR - P	Řídicí signál pro opakovače (řízení směru)
6	VP	Napájení +5 V
7 *	P24	Napájení +24 V
8	RxD/TxD - N (A-line)	Záporný signál pro příjem a vysílání dat
9 *	RTS - N	Řídicí signál pro opakovače (řízení směru)

Opakovač slouží k regeneraci signálu a také galvanicky odděluje jednotlivé segmenty. Pomocí opakovačů je možné realizovat jak sériové řazení segmentů, tak i odbočení. Jediným hlediskem pro spojování segmentů je čas potřebný pro přenos signálu mezi nejvzdálenějšími stanicemi. V praxi se sériově řadí maximálně 10 segmentů.

Připojení účastníků na sběrnici je ve většině případů realizováno 9pinovým D-Sub konektorem. Popis jednotlivých signálů je uveden v Tabulce 2.2.

2.4.4.2. Linková vrstva

Tato druhá vrstva (někdy se též nazývá jako spojová), která opět vychází z referenčního modelu ISO/OSI, zabezpečuje mimo služeb pro blokový přenos dat především řízení přístupu na sběrnici. U standardu Profibus se tato vrstva označuje jako Fieldbus Data Link (FDL) a je nejnižší vrstvou, ke které je v některých speciálních případech realizován přístup aplikačních programů. Jelikož na sběrnici nemůže současně vysílat více účastníků (následná kolize dat), musí být stanovena metoda řízení přístupu na sběrnici, která zajistí, kdy je které zařízení oprávněno vysílat na sběrnici. Musí být zajištěno, že v danou chvíli má právo na vysílání dat pouze jedno zařízení.

U sítě Profibus tato metoda vychází z následujících požadavků:

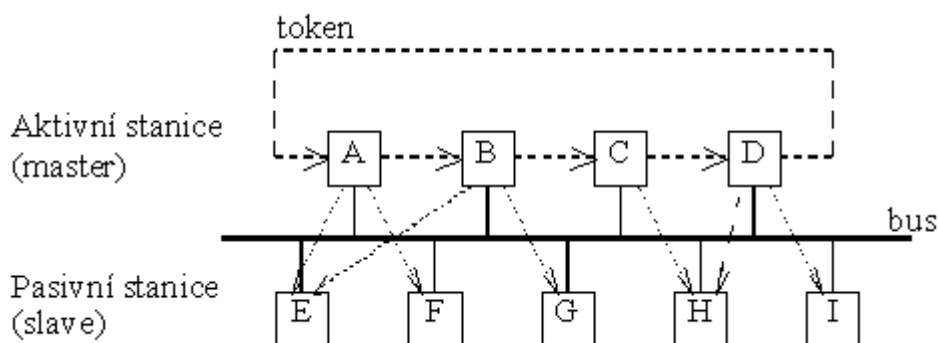
- u složitějších automatizačních zařízení musí být zajištěn dostatečný prostor na provádění jejich komunikačních úloh
- co možná nejjednodušší a nejrychlejší cyklická výměna dat mezi automatizačním zařízením a jemu přiřazenými jednoduchými vstupně/výstupními zařízeními.

Jedním z možných řešení je použití kombinace dvou základních metod řízení přístupu na sběrnici:

- metoda token passing (předávání pověření v logickém kruhu) pro komunikaci mezi aktivními zařízeními
- metoda master-slave (centrálně řízené dotazování) pro komunikaci mezi aktivním a jemu přidělenými zařízeními

S použitím těchto metod přístupu lze implementovat systém s následující konfigurací:

čistý master - slave systém; čistý master - master systém (token passing) nebo kombinace obou.



Obrázek 2.8: Princip přístupu k síti u sběrnice Profibus

Protože metoda token passing patří k decentralizovaným metodám řízení přístupu na sběrnici, musí každé aktivní zařízení připojené na sběrnici realizovat mechanismus předávání pověření k přístupu na sběrnici. Z řady těchto aktivních zařízení vzniká logický kruh (viz. Obr. 2.8), který je vlastně tvořen těmito stanicemi uspořádanými vzestupně podle jejich adresy. V době, kdy se ke sběrnici nepřipojují nová zařízení a ani se neodpojují, pak každá aktivní stanice zná adresy svých aktivních sousedů, tj. zná v tomto logickém kruhu svého předchůdce, od kterého dostane pověření (token) a svého následníka, kterému pověření zasílá. Maximální

dobu, za níž každá stanice získá právo vysílat (označovaná jako TTR - Target Rotation Time - žádaná doba oběhu pověření), lze nastavit.

Jedním ze základních požadavků kladených na průmyslové komunikační sběrnice je možnost připojovat a odpojovat jednotlivé účastníky ke sběrnici, aniž by to mělo vliv na činnost ostatních zařízení. S tím souvisí hledání nově připojených zařízení na sběrnici. Toto obstarává každé zařízení v rámci tzv. režijních činností, kdy na sběrnici kontroluje adresní prostor od adresy o jedničku větší než je vlastní adresa zařízení a končí adresou o jedničku menší, než je adresa jeho následovníka v logickém kruhu. Adresní prostor je ukončen tak, že se po adrese 126 pokračuje adresou 0. Jak často se tento adresní prostor má prohledávat, či kolik maximálně adres má dané zařízení kontrolovat, lze jednoduše navolit.

V případě odpojení zařízení nepřijde potvrzení o přijetí pověření následníkem a pověření je tak zasláno dalšímu nalezenému zařízení. Zároveň jsou připraveny mechanismy reagující na ztrátu pověření apod.

Pro přenos dat jsou v této vrstvě implementovány dvě komunikační služby:

- SRD (Send and Request Data with reply) - Lze přenášet data na vzdálenou stanici a současně od této stanice přijímat. Používá se pro cyklickou komunikaci.
- SDN (Send Data with No acknowledge) - Zaslání zprávy bez potvrzení příjmu. Používá se pro zprávy typu broadcast a multicast.

2.4.5 Profibus DP

Varianta Profibus DP nachází své uplatnění díky rychlé cyklické výměně dat na nejnižší úrovni komunikačního modelu CIM (Computer Integrated Manufacturing), tzn. v komunikaci mezi programovatelnými řídicími automaty a jejich decentralizovanými vstupy a výstupy (v/v). Výměna dat probíhá mezi programovatelným automatem (master) a jednotlivými vstupně/výstupními zařízeními (slave) cyklicky. Avšak pro speciální účely (náběh komunikace, konfigurování zařízení, diagnostika atd.) jsou k dispozici acyklické služby.

2.4.5.1 Diagnostické funkce

Tyto rozsáhlé diagnostické funkce dovolují rychlé nalezení chyb. Diagnostické zprávy jsou posílány na sběrnici a jsou shromažďovány v masterovi. Tyto zprávy jsou rozděleny do třech skupin:

- Diagnostika stanic - tyto zprávy se týkají běžných operačních stavů stanic (tj. nadměrná teplota, nízké napětí).
- Diagnostika modulů - tyto zprávy naznačují, že v některé I/O oblasti (např. v 8bitovém výstupním modulu) jsou nevyřešené diagnostiky
- Diagnostika kanálů - v tomto případě je příčina chyby specifikována ve spojení s jednotlivými vstupně/výstupními bity (kanál), např. zkrat na výstupu 7.

2.4.5.2 Konfigurace systému a typy zařízení

Profibus DP podporuje monomaster nebo multimaster systém, které tak poskytují vysokou pružnost v průběhu konfigurace systému. Každý DP systém obsahuje řadu zařízení, které lze rozdělit do následujících tří skupin:

- **DP Master Class 1 (DPM1)** - je to řídicí zařízení realizující cyklickou komunikaci s podřízenými zařízeními: nejčastěji realizováno pomocí programovatelného automatu (Programmable Logic Controller - PLC), počítače PC apod.
- **DP Master Class 2 (DPM2)** - jde o řídicí zařízení pro realizaci diagnostických a monitorovacích funkcí používaných při uvádění sítě Profibus DP do provozu nebo při provozu pro monitorovací účely
- **DP Slave** - jedná se o periferní zařízení (v/v zařízení, pohony, ventily, operátorské panely atp.), která získávají vstupní informace pro řídicí zařízení a poskytující výstupní informace od řídicího zařízení. Jsou také zařízení, která poskytují pouze vstupní nebo pouze výstupní informace. Množství vstupních a výstupních informací závisí na typu zařízení, maximálně však může zařízení poskytovat 246 bajtů dat vstupních a požadovat 256 bajtů dat výstupních.

V konfiguraci monomaster je na sběrnici pouze jedno aktivní zařízení typu DPM1. Komunikace mezi tímto zařízením a pasivními zařízeními typu DP Slave je realizována metodou master-slave.

V konfiguraci multimaster je na sběrnici připojeno několik aktivních řídicích zařízení. Tyto aktivní zařízení představují buď několik nezávislých subsystémů, skládajících se z jednoho zařízení DPM1 a jemu přidělených zařízení typu DP Slave; nebo přídavné konfigurační a diagnostické zařízení typu DPM2. Norma samozřejmě připouští i sdílení zařízení typu DP Slave několika řídicími zařízeními, ale pouze v případě vstupních zařízení typu DP Slave. Možnost zapisovat na výstupy má pouze zařízení DPM1, které konfigurovalo dané výstupní zařízení DP Slave. Mezi jednotlivými řídicími zařízeními dochází k předávání pověření k přístupu na sběrnici metodou token passing a v době, kdy řídicí zařízení vlastní právo přístupu na sběrnici, realizuje cyklickou výměnu dat se svými zařízeními DP Slave. Tato varianta vykazuje z hlediska jednotlivých podsystémů delší doby trvání komunikačního cyklu.

2.4.5.3 Implementace systému Profibus DP

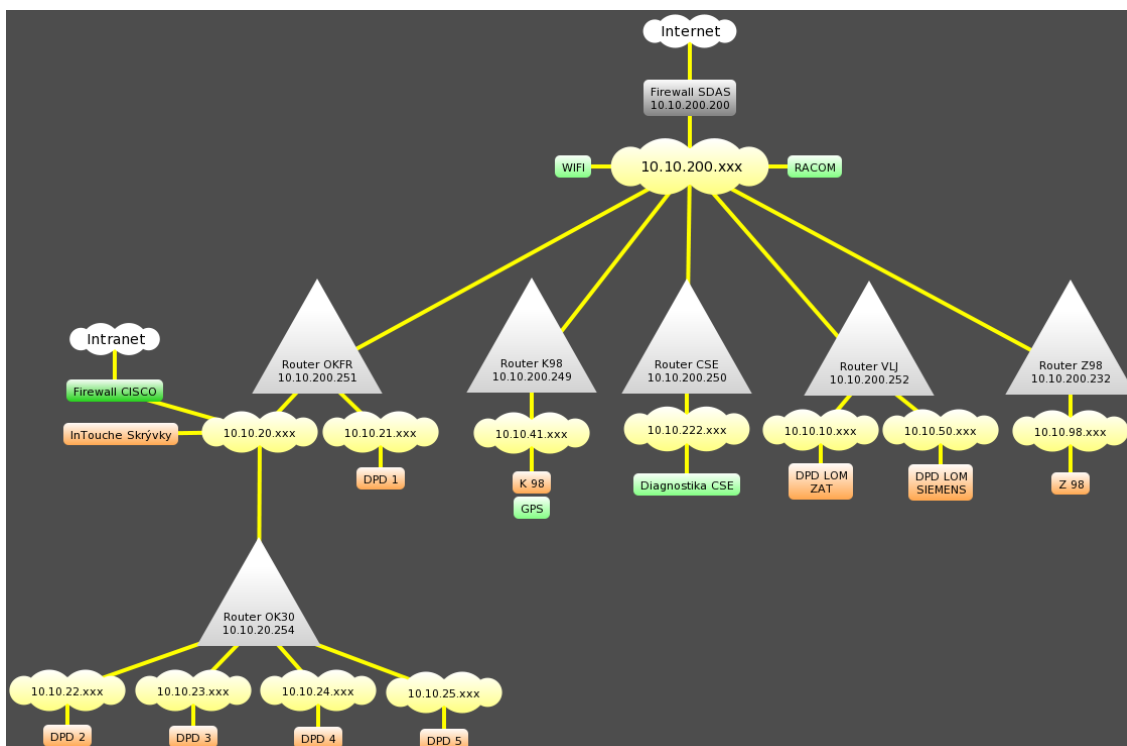
K výrobě vlastního zařízení typu master či slave zařízení připojitelné na Profibus DP, lze přistupovat třemi způsoby:

- bez obvodu ASIC (Application Specific Integrated Circuit) - kompletní protokol Profibus DP lze naprogramovat do libovolného dostatečně výkonného počítače s asynchronním sériovým rozhraním UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter). Nevýhodou tohoto řešení je nutnost složitého programu. Zatížení procesoru je příliš velké a je obtížné dosáhnout komunikačních rychlostí nad 500 Kbit/s.
- samostatný obvod ASIC - tento zákaznický obvod, kterého se používá na implementaci protokolu Profibus, lze v některých případech použít i samostatně. Případné nastavení lze uložit v jejich paměti EPROM. Tyto obvody jsou ideální pro realizaci jednoduchých slave zařízení, avšak nemají velkou možnost se přizpůsobit některým požadavkům uživatele.
- Obvod ASIC s jednoduchým počítačem - nejrozšířenější řešení, kdy se spolu s obvodem ASIC použije jednoduchého (jednočipového) počítače. Obvod ASIC obsahuje buď celý protokol Profibus a počítač se používá jen k nakonfigurování obvodu ASIC a zpracování vstupních a výstupních dat, nebo se použije obvod ASIC obsahující jen časově kritickou část protokolu a zbylá část se řeší softwarově v připojeném procesoru. Obě možnosti dovolují provozovat zařízení na vysokých komunikačních rychlostech. Nevýhodou je obtížnější aplikaci složitých obvodů ASIC, kterou se však výrobci snaží zjednodušit dodáváním pomocného firmware pro ovládání ASIC obvodu.

2.5 Ethernet

2.5.1 Ethernet na Dolech Bílina

Na lokálních aplikacích od roku 2003, pro dálkové řízení nasazen až v roce 2007. V současnosti nejrozšířenější komunikační rozhraní, které je výhodné zejména pro nízké ceny komponentů oproti konkurenčním průmyslovým rozhraním. Většina výrobců automatizační techniky využívá stejnou pouze spodní vrstvu protokolu TCP/IP, vyšší vrstvy mají upravené pro vyšší odezvu, kontrolu, nebo determinističnost přenášených dat. Na DB jsou používány dva průmyslové protokoly, PROFINET (SIEMENS) a PERNET (ZAT). Oddělení přenášených dat mezi technologickými úseky je provedeno pomocí routerů Mikrotik RB 450.



Obrázek 2.9: Topologie technologické sítě DB

Mezi velínem a pasovými dopravníky je používán dvouportový metalický SHDL modem ZAT CME20, který byl vyvinut přímo ve spolupráci s Doly Bílina, jelikož v té době žádný výrobce nenabízel vhodný typ do tohoto prostředí. Je složen ze dvou modemů Telindus 1421, switchem Hirschmann a galvanicky odděleným zdrojem. Na DB je využíváno dvou vodičové zapojení vedení, při kterém dosahuje přenosové rychlosti 2,3 Mbit/s. Čtyřvodičové zapojení sice nabídne dvojnásobnou rychlost, ale je méně vhodné na lokalizaci poruch. Modem CME20 je poměrně dost citlivý na atmosférické přepětí při bouřce, které často vedlo k jejich zničení.

- Ethernet.....10 BASE T,100 BASE TX
- Počet portů LAN..... 3
- Komunikační rychlost.....až 4,6Mbit/s
- Délka přenosového vedení.....až 15km
- Diagnostikadálkově po LAN
- Vyhovuje požadavkům na EMC dle noremČSN EN 61000-6-2 ed.2 a ČSN EN 61000-6-4



Obrázek 2.10: SHDL modem ZAT CME20

V roce během letních bouřek 2008 byl v nejvyšším skrývkovém řezu na DB testován nový SHDSL modem WESTERMO DDW-220, který měl bezporuchový chod. Díky jeho třetinové ceně oproti CME20, kompaktnosti, robustnosti a odolnosti je nasazen v nových

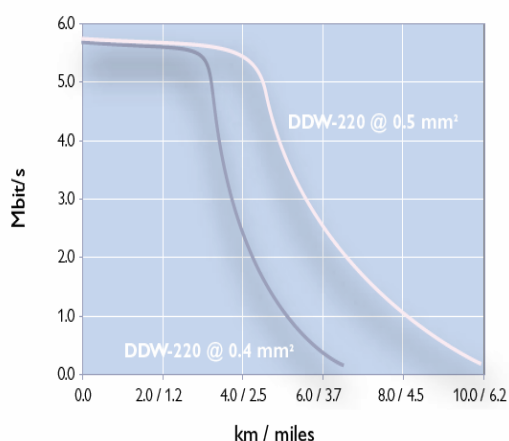
projektech, dokonce díky drahým pozáručním opravám CME20, je postupně nahrazuje. DDW-220 může komunikovat po dvou vodičovém vedení rychlostí až 5,7 Mbit/s.



Obrázek 2.11: SHDSL modem WESTERMO DDW-220

V posledních projektech je DDW-220 většinou nahrazován novějším typem DDW-225, který dosahuje rychlosti až 15,3 Mbit/s a má v sobě integrovanou funkci routeru. CME20 a DDW-220 spolu navzájem neumí po vedení komunikovat, proto je nutné nahradit všechny modemy v řezu najednou, nebo v místě přechodu na jiný typ modemu vytvořit opakovač.

Speed versus distance



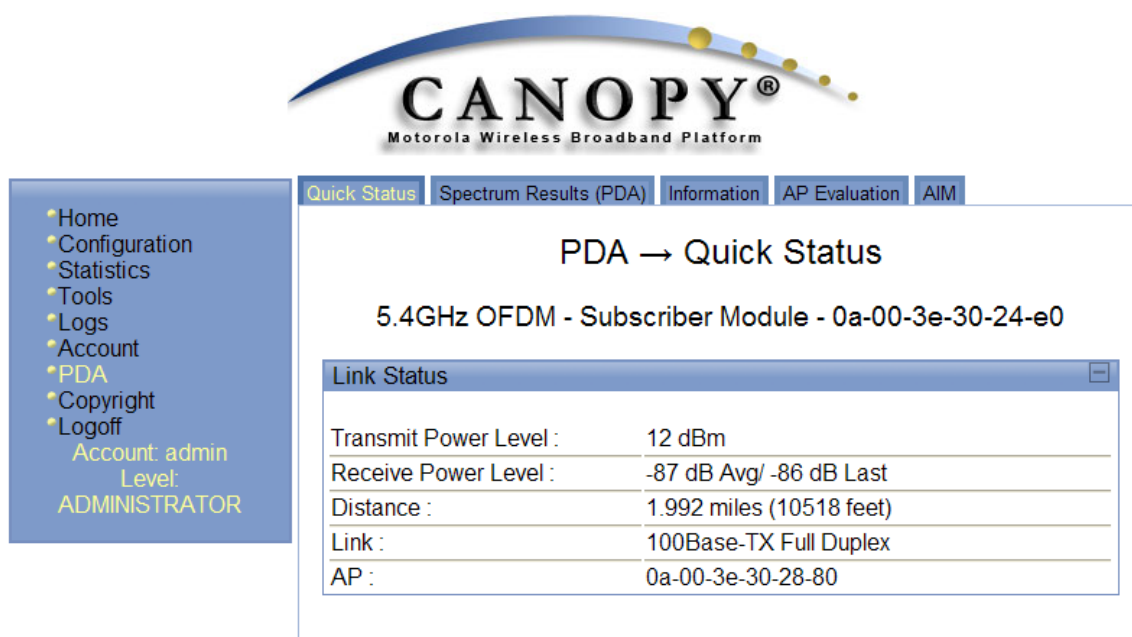
	DDW-225 @ 0.5 mm ²	DDW-225 @ 0.4 mm ²
Speed bit/s	Distance metre / miles	Distance metre / miles
192000	10000 / 6.21	6450 / 4.00
1024000	7650 / 4.75	4850 / 3.01
1280000	7050 / 4.38	4700 / 2.92
2304000	5950 / 3.69	4150 / 2.58
3328000	4900 / 3.04	3700 / 2.30
4544000	4250 / 2.64	3150 / 1.95
5696000	3650 / 2.26	2800 / 1.73
6200000	3000 / 1.86	2250 / 1.39
6712000	2500 / 1.55	1875 / 1.1
8760000	2000 / 1.24	1500 / 0.93
10296000	1500 / 0.93	1125 / 0.69
12344000	1000 / 0.62	750 / 0.46
15304000	700 / 0.43	525 / 0.32

Obrázek 2.12: Závinnost rychlosti na délce vedení modemů Westermo DDW-220 a DDW-225

Nejdelší komunikační vzdálenosti bez opakovačů (cca 10km) jsou řešeny pomocí jednovodičových optických kabelů s optopřevodníky HIRSCHMANN RS20-0800S2S2SDAEHH (pro PERNET), nebo SIEMENS SCALANCE X204-2LD (pro PROFINET). Na střední

vzdálenosti (do 2 km) jsou použity optopřevodníky HIRSCHMANN RS20-0800M2M2SDAEHH, nebo SIEMENS SCALANCE X204-2. Všechny převodníky na delší a střední vzdálenost jsou zapojeny do kruhu.

Bezdrátová komunikace WiFi je využívána pouze pro vzdálenou diagnostiku, přenos informací o stavu, GPS poloze a vytěženého množství materiálu velkostrojů. Na vzdálenosti několik kilometrů se používá systém na 5,4 GHz Motorola – Canopy, na krátké vzdálenosti (do několika desítek metrů) využíváme platformu na 2,4 GHz.



Obrázek 2.14: Konfigurační nástroj Motorola - CANOPY

2.5.2 Historie ethernetu

1973 – vyvinutý firmou Xerox Corporation, 2.94 Mb/s (Bob Metcalf)

1979 – spojené úsilí firem DEC, Intel, Xerox (DIX) o standardizaci a propagaci Ethernetu a souvisejících produktů

1980 – Ethernet 1.0 jako výsledek úsilí DIX, 10 Mb/s

1983 – IEEE 802.3 jako výsledek činnosti skupiny IEEE Project 802, téměř stejný jako DIX

1992 – 100 Mb/s Ethernet jako produkt firmy Grand Junction Networks

1995 – 100 Mb/s Ethernet součástí standardu IEEE 802

1998 – 1000 Mb/s Ethernet přidán do standardu IEEE 802

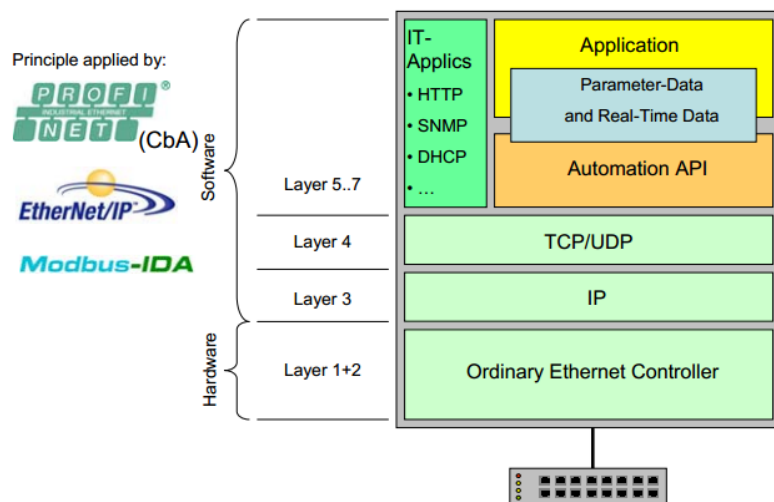
2.5.3 Architektura ethernetu a Profinetu

PROFINET je součástí normy IEC 61158 a je založen na mezinárodním standardu Ethernet (IEEE 802.3). Jedná se tedy o „přepínaný“ Fast Ethernet (100 Mbit/s). PROFINET používá odstupňovanou komunikační architekturu založenou na Ethernetu.

Rozlišujeme tyto typy: standardní komunikace (TCP/IP), komunikace pro reálný čas (RT) a izochronní reálný čas (IRT).

Standardní komunikace

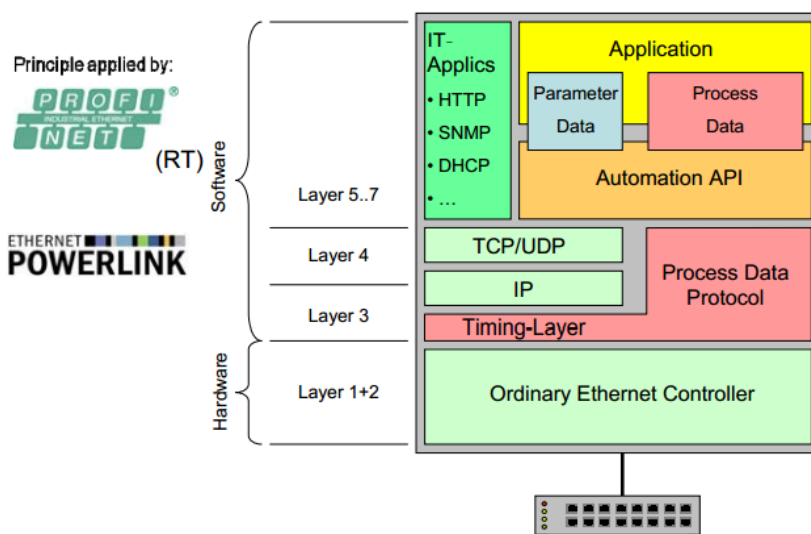
Jedná se o datové přenosy přes TCP/IP a UDP/IP, které nejsou časově kritické, tzn. většinou komunikačního charakteru, např. parametrizace a konfigurace. Pokud jde o komunikační protokoly na poli IT, TCP/IP je dnes již všeobecně považován za standard.



Obrázek 2.14: Architektura standardního ethernetu

Komunikace pro reálný čas

Reálný čas (RT) je určen pro časově kritická procesní data, např. cyklická uživatelská data nebo událostmi řízená přerušení. Pro splnění požadavků automatizačních řešení na odezvu v reálném čase disponuje PROFINET optimalizovaným realtime komunikačním kanálem. Toto řešení výrazně zkracuje časový cyklus a tím zvyšuje výkonnost aktualizace procesních dat. Výkonnost je plně srovnatelná se současnými průmyslovými sběrnici (fieldbuses) a poskytuje časovou odezvu v rozsahu 5-10ms. Současně jsou v těchto zařízeních výrazně sníženy požadavky na výkonnost procesoru a lze zde používat standardní síťové komponenty.

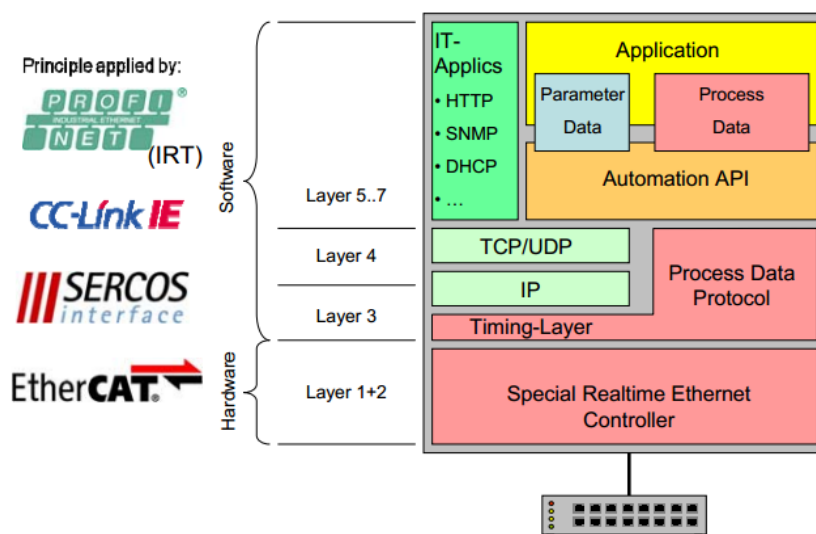


Obrázek 2.15: Architektura Real-Time ethernetu

SIMATIC NET přepínače (switche) jsou navíc schopny díky prioritizaci dat poskytovat optimalizovaný datový přenos. Dle IEEE 802.1q jsou datovým paketům přiřazovány různé priority a na základě těchto priorit řídí síťové komponenty datové toky mezi jednotlivými jednotkami. Standardně je datům reálného času přiřazena priorita Prio 6, druhý nejvyšší stupeň. Tím je zaručeno prioritní ošetření aplikace reálného času před jinými aplikacemi, např. diagnostickými, s prioritou Prio 5.

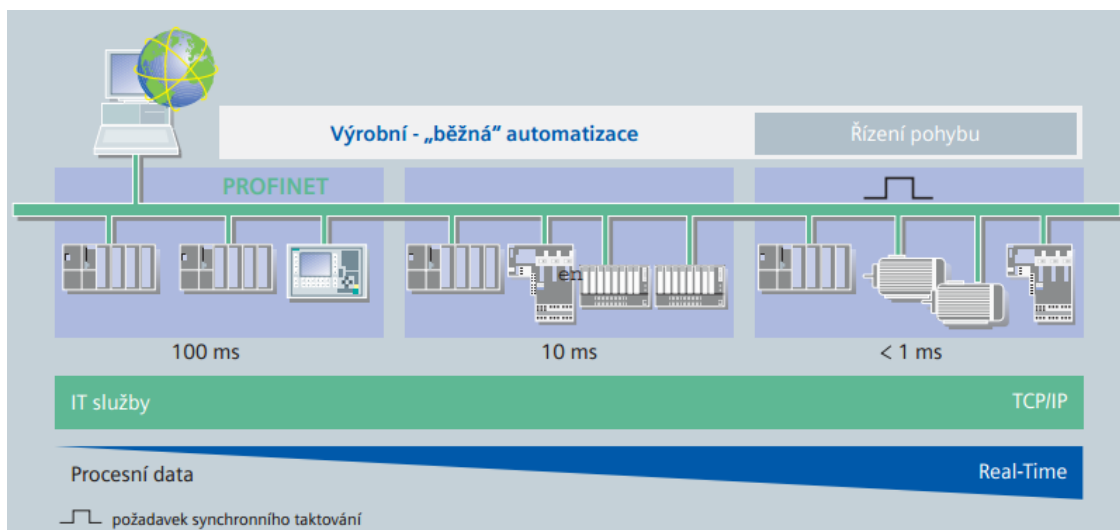
Izochronní reálný čas

Izochronní reálný čas (IRT, Isochronous Real Time, synchronní taktování v reálném čase) je určen pro specifické aplikace vyžadující rychlou odezvu a přesné taktování, např. řízení pohybu. IRT je schopen dosáhnout časového cyklu sběrnice pod 1 ms s časovou nejistotou (jitter) menší než 1μs, čímž je jasně docíleno deterministické chování systému. Těchto vlastností se dosahuje rozdělením komunikačního cyklu na deterministickou a otevřenou část. Cyklické IRT telegramy jsou přenášeny deterministickým kanálem, kdežto TCP/IP a RT telegramy jsou přenášeny otevřeným kanálem. Oba přenosy dat tak mohou existovat vedle sebe bez kolizí. Izochronní datový přenos je implementován pomocí ASIC čipů ERTEC (Application Specific Integrated Circuit – Enhanced RealTime Ethernet Controller, zdokonalený Ethernet řadič pro komunikaci v reálném čase). Tyto integrované obvody se nalézají v koncových zařízeních či síťových komponentách. Lze se tedy např. pomocí notebooku připojit v jakémkoliv místě sítě daného provozu bez negativních vlivů na izochronní řízení.



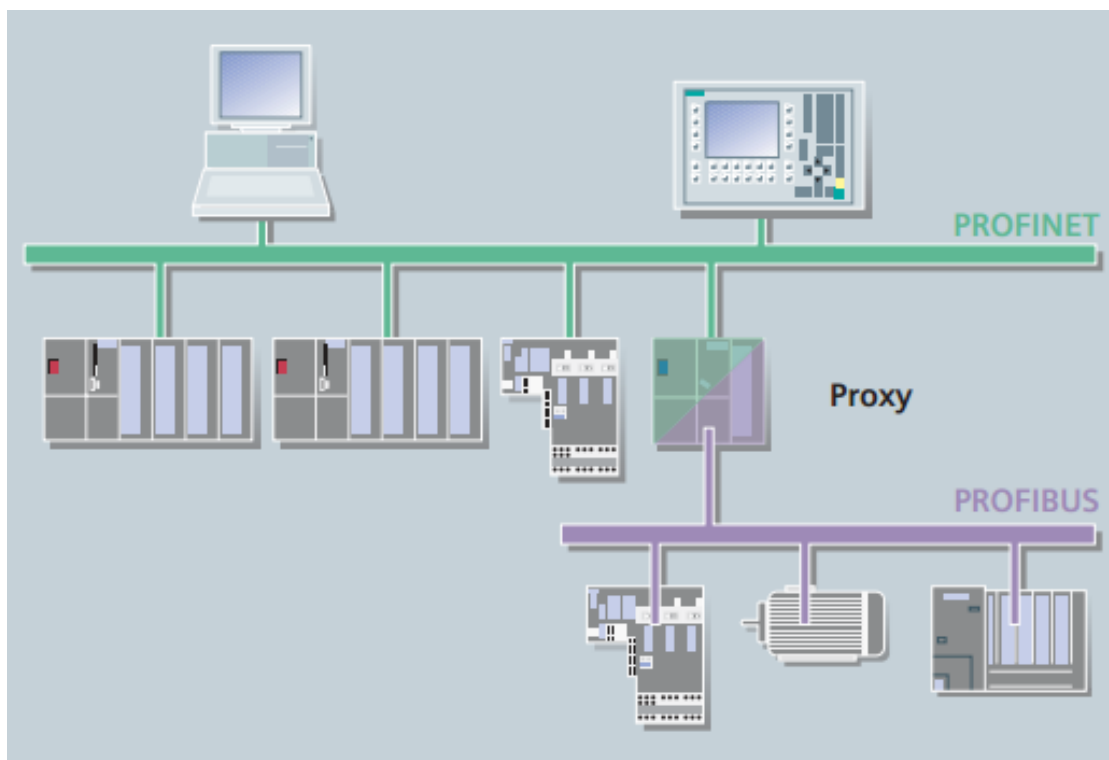
Obrázek 2.15: Architektura Isochronous Real Time ethernetu

Tyto tři výkonnostní úrovně PROFINET komunikace pokrývají celý rozsah aplikací soudobé automatizace (viz obrázek 2.16)



Obrázek 2.16: Využití ethernetu ve všech časových oblastech automatizace

Na obrázku 2.17 je znázorněna možnost integrace sítě PROFIBUS do PROFINET struktur prostřednictvím Proxy jednotky. Proxy jednotka reprezentuje jedno či více PROFIBUS zařízení na Ethernetu. Je to tedy PROFINET stanice na Ethernetu a DP master pro zařízení na PROFIBUSu.



Obrázek 2.17: Integrace sítě PROFIBUS do struktury PROFINET

3. Volba vhodného přenosového systému pro konkrétní aplikaci

Při výběru přenosového systému je třeba zvážit několik údajů:

- Přenosovou vzdálenost
- Dostupnost neobsazené optické a metalické kabeláže
- Náročnost na odezvu a determinističnost přenášených dat
- Pohyblivost připojovaného zařízení
- Typ přenosového systému případných okolních zařízení
- Trvalá přímá viditelnost mezi komunikačními body
- Možnost rušení od jiného zařízení
- Perspektiva přenosového systému

Obecně lze říci, že na trvale nepohyblivé zařízení je nejvhodnější optické vlákno, na zařízení s občasnými, či častými přesuny je nejvhodnější metalický kabel.

Bezdrátové technologie se prozatím osvědčili pouze pro vzdálenou diagnostiku, přenos informací o stavu, GPS poloze a vytěženého množství materiálu, protože se nepodařilo zajistit spolehlivý přenos dat ve všech GPS polohách a natočení zařízení.

3.1 Přenosový systém ovládání uhelného odtahu

Uhelný odtah dopravuje vytěžené uhlí rypadlem pomocí tzv. porubních dopravníků (mění polohu s porubní linií řezu) přes uzlové PVZ, které přesypávají uhlí na zvolený odtah do ÚUL. Momentálně jsou v provozu tři porubní dopravníkové linie k uzlu a tři nepohyblivé linie z uzlu až na ÚUL. Všechny poháněcí stanice od ÚUL až k uzlovým PS obsahují PLC ZAT, nebo SIEMENS. Ostatní porubní PS od uzlu k rypadlu jsou řízeny reléovou logikou ovládanou přenosovým systémem „Malodráť“ z uzlových PS, na kterých je v PLC naprogramován převodník PERNET/Malodráť, resp. PROFINET/Malodráť. Všechny PS jsou bezobslužné a spouštějí se dálkově z STC ÚUL. Na PVZ a rypadlech je obsluha, která spouští dopravní linku ručně. Pro případ nebezpečí musí být STC ÚUL vybaveno STOP tlačítkem nouzového vypnutí (NV), které galvanicky přeruší obvod NV vedeného podél celé dopravníkové linie až na rypadlo a způsobí vypnutí všech uhelných PS, PVZ a rypadel.

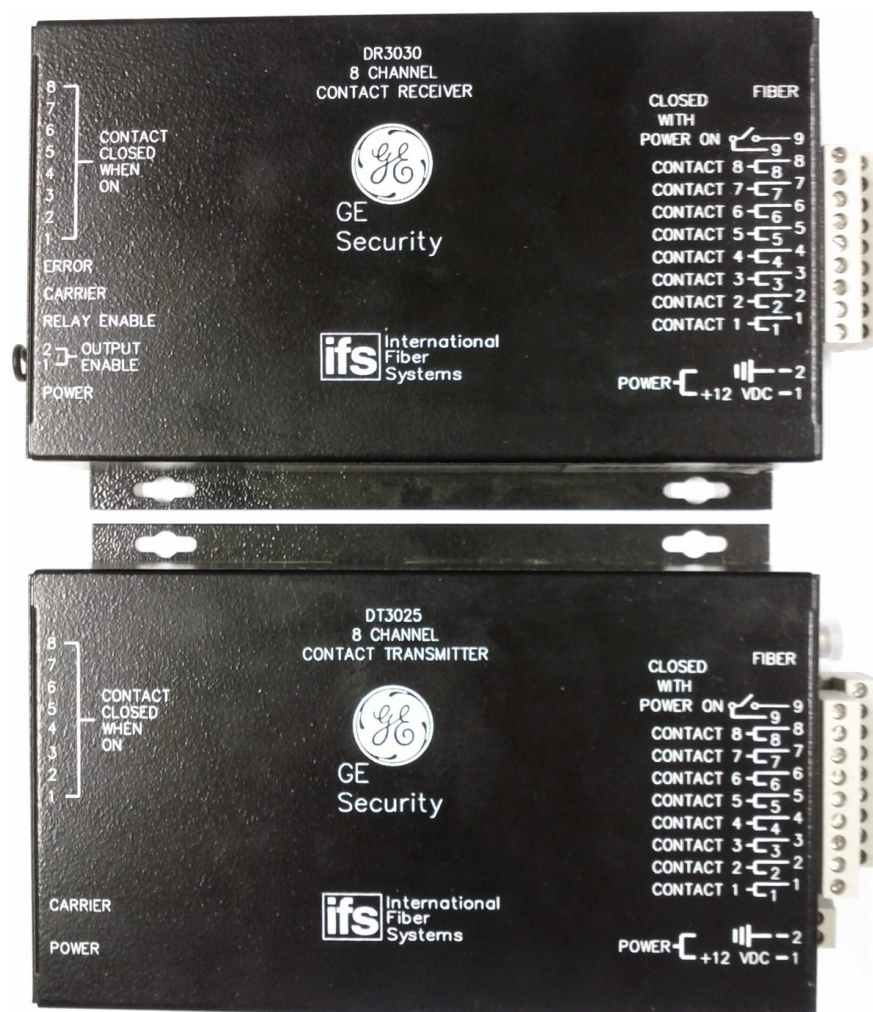
Vzhledem k častému posunu porubních dopravníků je zde vhodné použít na přenos metalický kabel. Komunikační vedení je galvanicky rozděleno na síť PERNET a PROFINET. K PLC na metalickém vedení komunikujícím po ethernetu je nejvhodnější volbou SHDSL modem Westermo DDW-220, nebo DDW-225. Tento modem je osazen na PD53, PD54 pro PROFINET a PD32, PD33, PD34, PD52, PD54 pro PERNET. Od PD54 vedou až na ÚUL statické dopravníky, proto je zde použit optický kabel s multimodovými vlákny. Pro PERNET jsou zde použity optopřevodníky Hirschmann RS20 (viz. Příloha 3) a na PROFINET SIEMENS SCALANCE X-204 (viz. Příloha 2). Oba tyto optopřevodníky podporují redundantní zapojení do kruhu, a jsou proto tak zapojeny.



Obrázek 3.1: HIRSCHMANN RS20-0800xxxx a SIEMENS SCALANCE X-204xx

Všechny optické a metalické kabely této části jsou zavedeny na původní STC LJ, kde je proveden převod na optický kabel se singlemodovými vlákny a po cca 3 km dlouhém VN vedení je komunikace zakončena na STC ÚUL. Po stejném VN vedení pokračuje optický kabel cca 5 km do opto-kiosku OPK2, odkud pomocí modemů Westermo DDW-220 komunikují poháněcí stanice severního odtahu skrývky PD110, PD171, PD173 a PD175. Po jiném VN vedení je optický kabel zapojen do kruhu až na STC LJ.

Binární metalické signály nouzového vypnutí mezi STC LJ a STC ÚUL převádí na komunikaci po optickém vláknu osmi-vstupový vysílač IFS DT3025 a na druhé straně vedení osmi-výstupový přijímač IFS DR3030. Obě zařízení mají příslušné certifikáty pro bezpečnou náhradu metalického vedení.



Obrázek 3.2: Optický přijímač a vysílač IFS pro ovládání nouzového vypnutí

4. Vyhledávání poruch přenosového systému

Velkým problémem je při porušení vedení lokalizovat místo poškození, protože kabel vede na velkostrojích různými žlaby, trubkami a prověsy, nebo např. mezi poháněcími stanicemi je sice přístupný, ale často delší než kilometr. Místo závady lze poměrně spolehlivě odhalit pomocí reflektometru, který měří dobu odrazu vyslaného impulsu do vedení od jeho nehomegenit.

Na Dolech Bílina je s perfektními výsledky používán reflektometr Easyflex Com od německého výrobce SEBA KMT, který má rozlišení od 1,25 cm/50 m, až 5 m/15 km, je tedy schopen na 15 km dlouhém kabelu najít poškození s přesností na 5 metrů. Předpokladem pro přesné změření je nastavení správné hodnoty rychlosti šíření vln v kabelu, kterou lze změřit na známé délce stejného, ale nepoškozeného kabelu, nebo v případě vícežilového kabelu lze využít funkci porovnání žil.



Obrázek 4.1: Easyflex Com v přenosném kufříku

4.1 PROFIBUS

K základní diagnostice poruchy může posloužit LED signalizace na zařízení, avšak při údržbě velkého množství zařízení s různorodými parametry (rychlost sběrnice, počet zařízení na síti, způsob signalizace), není snadné jednoznačně určit stav zařízení, např. z rychlosti kmitání LED.

Prvním krokem při lokalizaci poruchy přenosu by mělo být proměření vedení mezi posledním funkčním a následujícím zařízením, které je v poruše. Bohužel vzhledem k paralelnímu zapojení FSK modemů se může porucha projevit o několik úseků dále, neboť těmto modemům stačí k funkci i indukovaný signál z jiného přenosového páru v tomtéž kabelu. Proto je někdy lepší odpojit pokračující vedení, zapnout zakončovací odpor a zkontrolovat odpor vedení až k jeho prvnímu zařízením (např. STC).

Pokud bychom chtěli zjistit útlum vedení pro přenášenou nosnou frekvenci, lze zapnout na libovolném FSK-modemu (nejlépe na začátku vedení) funkci generátor, ostatní modemy odpojit od napájení. Následně lze s pomocí osciloskopu změřit napětíové úrovně až na poslední FSK-modem a vypočítat útlum.

U optických kabelů s převodníky Siemens OLM G12 lze pro změření optické úrovně využít měřicí svorky na čelním panelu převodníku. Při použití převodníku Siemens OLM S4 je nutné pro změření útlumu vláken použít optický zdroj s odpovídající vlnovou délkou a k němu příslušný měřič optického výkonu.

V případě poruch způsobených chybnou konfigurací sítě, nebo HW závadou mimo vedení je výborným pomocníkem „Mobile Profibus Analyzer“ od německého výrobce Softing. Jedná se software s převodníkem RS485/PCMCIA, který umí načíst adresy stanic na vedení a detailně zaznamenávat výměnu informací celé sítě, včetně detekce chyb čtení způsobených např. rušením, nebo nízkou úrovní signálu.

R	No.	hh:mm:ss,µs	T	SA	SSAP	->	DA	DSAP
000378	11:15:11,841719	0	1	->	2		SD4	token
000379	11:15:11,850990	0	2.14	->	1.14		SD2	sda_low
000380	11:15:11,878333	0					SC	
000381	11:15:11,886250	0	2.14	->	1.14		SD3	sda_low
000382	11:15:11,903385	0					SC	
000383	11:15:11,911354	0	2	->	3		SD4	token
000384	11:15:11,919479	0	3.15	->	1.15		SD3	sda_low
000385	11:15:11,936563	0					SC	
000386	11:15:11,944479	0	3.15	->	1.15		SD2	sda_low
000387	11:15:11,971875	0					SC	
000388	11:15:11,979792	0	3	->	6		SD4	token
000389	11:15:11,988021	0	6.04	->	1.04		SD2	sda_low
000390	11:15:12,007448	0					SC	
000391	11:15:12,014271	0	6.04	->	1.04		SD2	sda_low
000392	11:15:12,033698	0					SC	
000393	11:15:12,040521	0	6	->	7		SD4	token
000394	11:15:12,048698	0	7.05	->	1.05		SD3	sda_low
000395	11:15:12,065833	0					SC	

Obrázek 4.2: Předávání tokenů v Mobile Profibus Analyzeru

4.2 ETHERNET

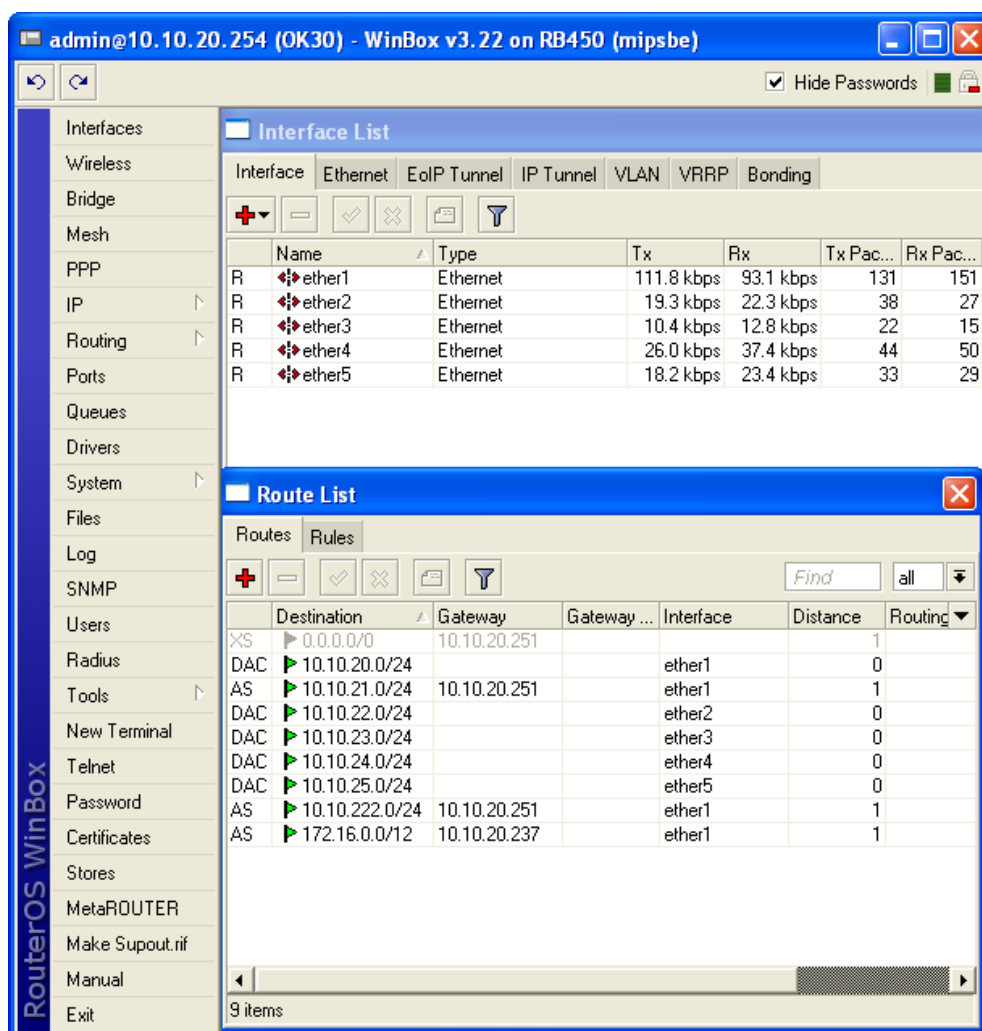
Vyhledávání poruch na vedení je oproti Profibusu podstatně jednodušší, protože jde vždy o zapojení bod – bod, a tudíž by závada měla být vždy mezi posledním funkčním a následujícím zařízením. Výjimku tvoří indukované přeslechy v kabelu s nevhodným rozmístěním přenosových párů blízko u sebe, v takovém případě může zkolabovat celý segment sítě.

Podobně se může chovat i vytvoření smyčky (kruhu) v topologii, která tuto konfiguraci zapojení nepodporuje.

Vzhledem k masivnímu rozšíření ethernetu především díky oblasti IT, je oproti Profibusu také velký výběr mezi diagnostickými prostředky sítě.

Když pomineme diagnostiku pomocí LED na zařízení, tak k nezákladnějším diagnostickým nástrojům patří test odezvy (ping), který lze spustit prakticky na jakémkoliv PC zapojeném v daném segmentu sítě. Je třeba jen znát IP adresu zařízení, jeho masku, případně výchozí bránu a podle toho nastavit odpovídající parametry síťové karty v diagnostickém PC.

Na Dolech Bílina se osvědčil program „The Dude“ hlídající odezvy všech zařízení v síti a umí spoustu jiných funkcí. Pochází od výrobce routerů a WiFi zařízení Mikrotik, jedná se o freeware. Jedna z největších výhod tohoto SW je možnost vytvoření schématu celé sítě, včetně vnořených segmentů a editace základních i uživatelských zařízení. Lze tak vytvořit „živou“ detailní mapu sítě, která je prvotním zdrojem informací pro servisní údržbu. Vytvořené objekty podporují načítání dat pomocí protokolu SNMP, čímž lze sledovat využití síťových uzlů, nebo např. zjistit přerušení kruhové topologie.

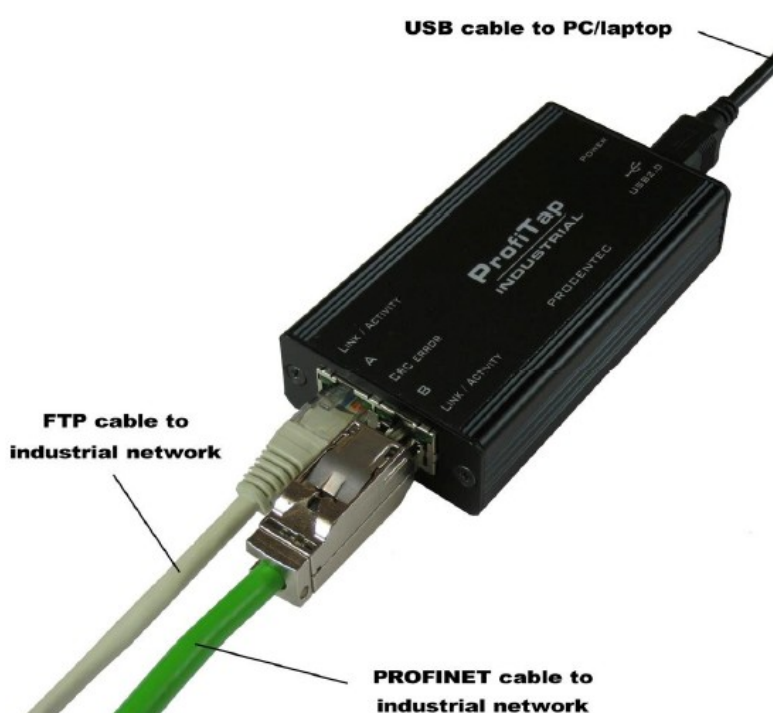


Obrázek 4.3: Nastavení routeru pomocí programu WinBox od Mikrotiku

Na detailní rozbor přenášených dat lze použít program Wireshark, Ethereal, Proneta apod., který zaznamená komunikaci zrcadleného portu nastaveného ve switchi, nebo lze použít

protokolový analyzátor, jímž je možné se připojit kdekoliv do sítě a sledovat data z konkrétního PLC.

Protokolový analyzátor ProfiTap od výrobce Procentec umožňuje podrobně monitorovat ethernet i real-time komunikaci Profinet RT a IRT. Monitorování portu u switchu je nespolehlivé, neboť port může být např. obsazen nebo korektně nepřesměruje veškerý přenos zpráv. Zatížení ethernetového portu u PC či notebooku je také velmi vysoké a to hlavně v případě, že aplikace využívají IRT úloh, navíc 2 komunikační kanály jsou sloučeny do jednoho. ProfiTap je spojen přes USB kabel např. s notebookem a posílá zachycené zprávy do softwarového ovladače ProfiTap. Tento ovladač simuluje přídavný ethernetový port ve Vašem notebooku a předává komunikační zprávy do jakýchkoli dalších aplikací. ProfiTap navíc chrání, aby připojený notebook neposílal iniciativně nějaké zprávy směrem do měřené sítě, což by mohlo ohrozit chování sítě nebo její bezpečnost.



Obrázek 4.4: Protokolový analyzátor ProfiTap

Závěr

Výběr prostředků pro průmyslovou automatizaci je v dnešní době značný, proto není lehké zvolit řešení, které bude mít největší přínos pro danou aplikaci a její údržbu.

Mezi dnešními komunikačními standardy vidím největší budoucnost v řešení založeném na ethernetu, protože je ho možné použít ve všech aplikačních vrstvách automatizace prostřednictvím relativně levného hardwaru.

Jako přenosové médium budoucnosti považuji optické vlákno pro jeho rychlost a odolnost vůči rušení. Předpokládám, že se časem nástroje na jeho spojování stanou podobně dostupné, jako je tomu u metalických kabelů dnes.

Seznam použité literatury

- [1] Katalogové listy jednotek Diamo T, 1982
- [2] Katalogové listy jednotek ZAT-E, 1994

Elektronické zdroje

- [3] PROFIBUS [online]. [cit. 2012-2-20].
<<http://www.fsid.cvut.cz/cz/u12110/site/profibus/>>
- [4] Westermo [online].
<<http://www.westermo.net/Resource.phx/content/products/ethernet/ethernet-extender/ddw-225.htm>>
- [5] PROFINET – Standard pro průmyslový Ethernet v automatizaci PROFIBUS [online]. © 2005 [cit. 2012-3-22].
<http://www1.siemens.cz/ad/current/content/data_files/automatizacni_systemy/prumysl_ova_komunikace/profinet/brochure_profinet_04_2005_cz.pdf>
- [6] Seba KMT [online].
< http://www.sebakmt.com/uploads/crm_upload/dat_easyflex-com_cz_040601.pdf >
- [7] Foxon [online]. [cit. 2012-4-5].
< <http://www.foxon.cz/protokolovy-analyzator-profitap-siti-ethernet-profinet-p-810.html> >

Seznam obrázků

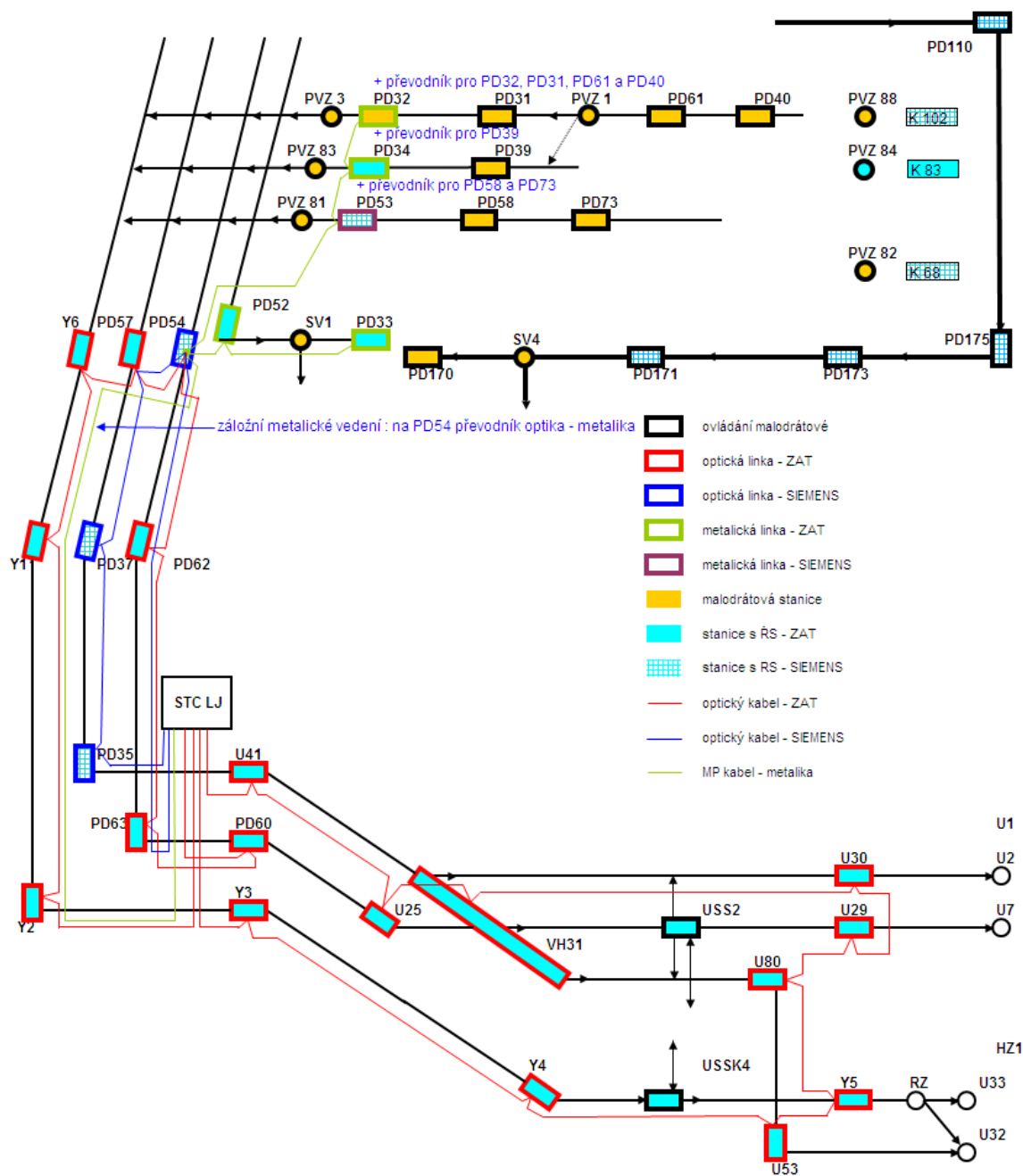
- Obrázek 2.1 Čelní panel komunikačních jednotek DIAMO T [4]
- Obrázek 2.2 Liniové zapojení malodrátu na poháněcí stanici [5]
- Obrázek 2.3 Deska rozbočovače – slučovače E440 a deska modemu E400 [6]
- Obrázek 2.4 Schéma zapojení HDLC komunikace [7]
- Obrázek 2.5 Komunikační převodníky používané na DB [8]
- Obrázek 2.6 Model komunikačních vrstev sítě Profibus [9]
- Obrázek 2.7 Zapojení rozhraní RS 485 na síti Profibus a provedení jeho zakončení [10]
- Obrázek 2.8 Princip přístupu k síti u sběrnice Profibus [12]
- Obrázek 2.9 Topologie technologické sítě DB [16]
- Obrázek 2.10 SHDL modem ZAT CME20 [16]
- Obrázek 2.11 SHDSL modem WESTERMO DDW-220 [17]
- Obrázek 2.12 Závislost rychlosti na délce vedení modemů Westermo DDW-220 (225) [17]
- Obrázek 2.13 Konfigurační nástroj Motorola - CANOPY [18]
- Obrázek 2.14 Architektura standardního ethernetu [19]
- Obrázek 2.15 Architektura Real-Time ethernetu [19]
- Obrázek 2.16 Architektura Isochronous Real Time ethernetu [20]
- Obrázek 2.17 Využití ethernetu ve všech časových oblastech automatizace [21]
- Obrázek 2.18 Integrace sítě PROFIBUS do struktury PROFINET [21]
- Obrázek 3.1 HIRSCHMANN RS20-0800xxx a SIEMENS SCALANCE X-204xx [23]
- Obrázek 3.2 Optický přijímač a vysílač IFS pro ovládání nouzového vypnutí [24]
- Obrázek 4.1 Easyflex Com v přenosném kufříku [25]
- Obrázek 4.2 Předávání tokenů v Mobile Profibus Analyzeru [26]
- Obrázek 4.3 Nastavení routeru pomocí programu WinBox od Mikrotiku [27]
- Obrázek 4.4 Protokolový analyzátor ProfiTap [28]

Seznam tabulek

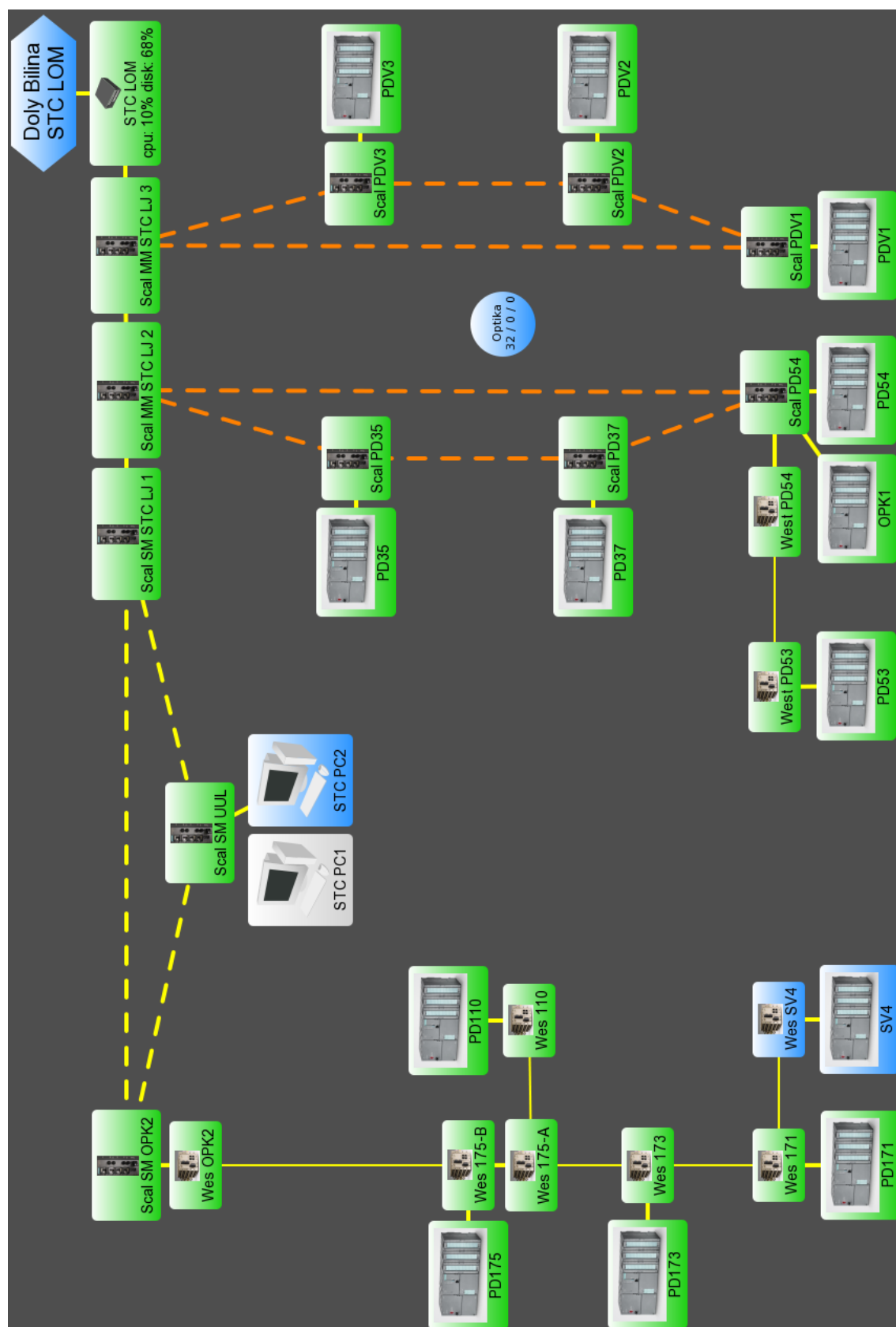
- Tabulka 2.1 Přenosová rychlost sítě Profibus v závislosti na délce sběrnice [11]
- Tabulka 2.2 Zapojení signálů na konektoru D-sub pro Profibus [11]

Přílohy

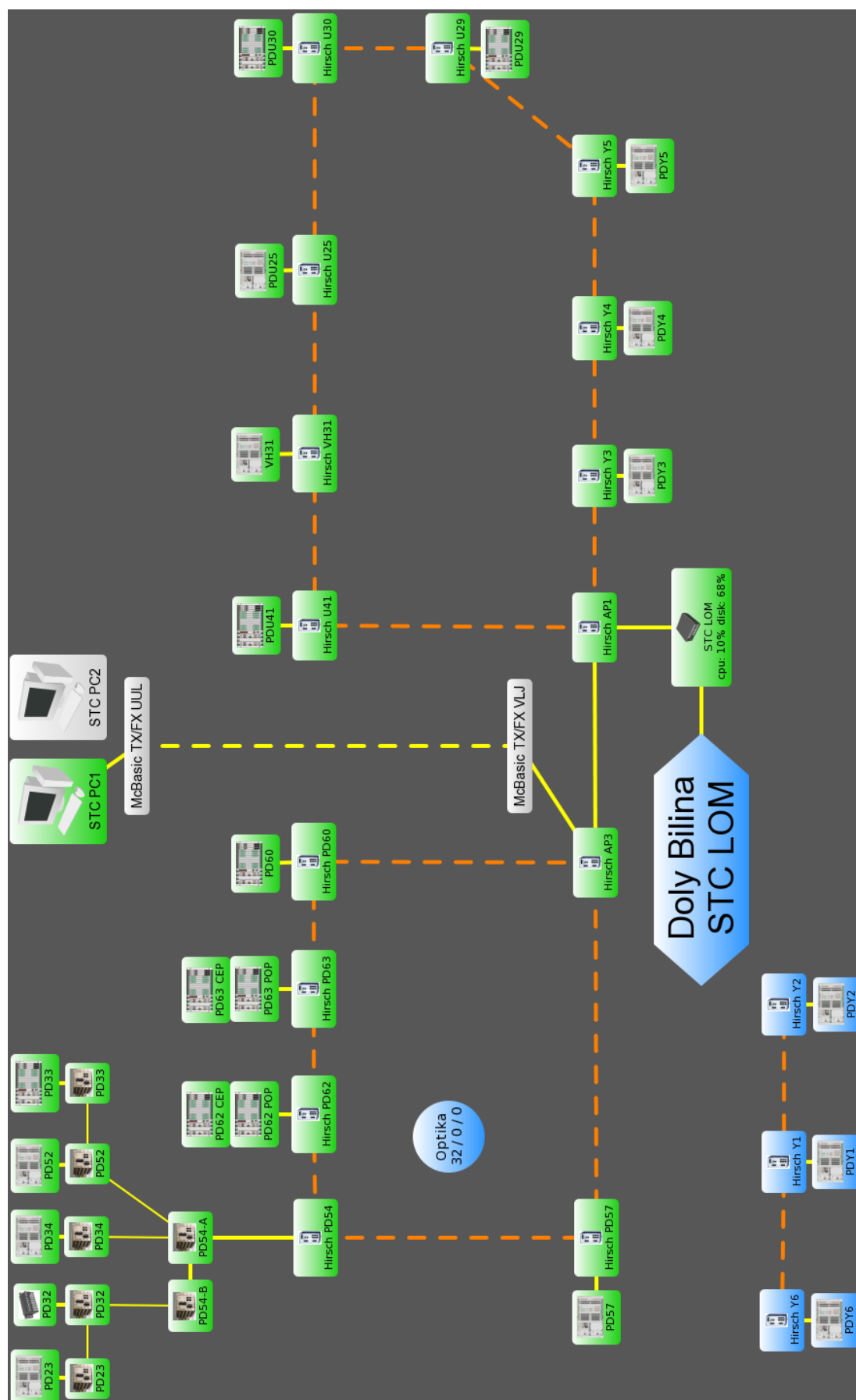
Příloha 1: Schéma komunikačních kabelů Lomu Jih



Příloha 2: Schéma sítě PROFINET v programu The Dude



Příloha 3: Schéma síť PERNET v programu The Dude



Délky pasových dopravníků.

SKRÝVKA SEVER				SKRÝVKA JIH				LOM - PEVNÉ ODTAHY				LOM - PORUBNÍ			
PD - 1.odtah	délka	šířka PS		PD - 1.odtah	délka	šířka PS		PD - 1.odtah	délka	šířka PS		1.por.odtah	délka	šířka PS	
526	1209	1800		517	1077	1800		Y6	761	1600		40	741	1200	
520	1003	1800		513	1099	1800		Y1	1091	1600		61	989	1200	
525	754	1800		302	839	1800		Y2	633	1600		31	816	1200	
521	677	1800		500	840	1800		V1	1058	1600		32	962	1200	
522	709	1800		X2	174	1800		V2	542	1600		2.por.odtah	délka	šířka PS	
523	1483	1800		501	1185	1800		V3	831	1600		36	652	1200	
524	983	1800		801	1305	1800		Y3	1262	1600		73	1071	1200	
PD - 2.odtah	délka	šířka PS		503	752	1800		Y4	1064	1600		39	828	1200	
700	436	2200		PD - 2.odtah	délka	šířka PS		Y5	909	1600		34	895	1200	
708	1125	2200		255	955	1800		PD - 2.odtah	délka	šířka PS		3.por.odtah	délka	šířka PS	
707	1623	2200		253	805	1800		57	843	1200		58	635	1200	
702	1081	2200		505	1132	1800		37	1134	1200		53	719	1200	
704	813	2200		515	1008	1800		35	622	1200		4.por.odtah	délka	šířka PS	
701	893	2200		514	653	1800		U41	1067	1200		38	997	1200	
703	1223	2200		X3	879	1800		VH U31	976	1200		5.por.odtah	délka	šířka PS	
705	1312	2200		X4	1049	1800		U30	1233	1200		59	401	1200	
				250	1039	1800		PD - 3.odtah	délka	šířka PS		23	557	1200	
				301	1160	1800		54	850	1200					
				PD - 3.odtah	délka	šířka PS		62	1221	1200					
				714	740	2000		63	585	1200					
				710	1323	2000		60	1004	1200					
				755	1181	2000		U25	948	1200					
				715	861	2000		U29	1249	1200					
				711	914	2000		PD - výkliz	délka	šířka PS					
				512	750	2000		52	669	1200					
				712	501	2000		33	384	1200					
				756	1449	2000									
				757	1160	2000									
				713	936	2000									

Druh pasu:

OLDP